



*Nachhaltiges Bauen aus energetischer Sicht
Projektdokumentation Sportgymnasium Oberhof*

Inhalt

Vorwort	Seite 3
Projektübersicht	Seite 4
Energiekonzept	Seite 6
Heizung, Lüftung	Seite 7
Elektroanlage	Seite 9
Gebäudeautomation	Seite 10
Energieverbrauch	Seite 11

Impressum

Herausgeber	Thüringer Ministerium für Bau, Landesentwicklung und Medien www.tmbldm.de
Redaktion	Landesamt für Bau und Verkehr, Außenstelle Suhl www.tlbv.de
Redaktionsschluss	September 2008

Vorwort



Klimaschutz und Energieeinsparung – das geht uns alle an! Klimawandel, zur Neige gehende fossile Energieträger, steigende Energiepreise und die Verknappung der Rohstoffe zwingen uns, den Energieverbrauch dauerhaft zu senken, die Energieeffizienz zu verbessern und nachhaltig zu handeln. Geringerer Energieverbrauch entlastet öffentliche wie auch private Haushalte. Ein effizienter Umgang mit Energie schont gleichzeitig auch unsere Umwelt.

Mit mehr als 40 % haben Gebäude einen erheblichen Anteil am gesamten Energieverbrauch. Etwa ein Drittel aller CO₂-Emissionen entstehen bei der Heizung von Gebäuden und der Warmwasseraufbereitung. Eine höhere Energieeffizienz in diesem Bereich leistet deshalb einen wesentlichen Beitrag zum Klimaschutz. Wir müssen daher die bestehenden Potenziale konsequent nutzen und unser öffentliches und privates Handeln darauf ausrichten.

Ist der Freistaat Bauherr, stehen die Gebäude besonders im Blickpunkt der Öffentlichkeit. Die Liegenschaften und Baumaßnahmen des Landes haben gewissermaßen eine Vorbildwirkung. Wenn wir landeseigene Gebäude planen, bauen oder sanieren, achten wir konsequent darauf, dass den Zielen Energieeinsparung und Klimaschutz hohe Priorität eingeräumt wird. Selbst-

verständlich streben wir auch beim Betrieb der Gebäude eine Reduzierung des Treibhausgases CO₂ an. Dazu gilt es, den Jahresprimärenergiebedarf und die Transmissionswärmeverluste der Gebäude möglichst gering zu halten.

Objektbezogen müssen effiziente Lösungen für energiesparendes, klima- und umweltschonendes Bauen gefunden werden. Dabei hat es sich bewährt, bereits in den ersten Planungsphasen ganzheitliche Energiekonzepte zu erarbeiten. Umweltverträgliche Energieversorgungssysteme auf der Grundlage von erneuerbaren Energieträgern, Kraft-Wärme-Kopplung, Wärmepumpen oder Fernheizung sind in die Variantenuntersuchungen einzubeziehen. Die aufeinander abgestimmten Ergebnisse des energetischen Konzeptes bilden nachfolgend die Grundlage für die Gesamtplanung der Baumaßnahme.

Ein aktuelles Beispiel für den Erfolg dieser Vorgehensweise ist der Umbau und die Sanierung des Sportgymnasiums Oberhof. Die Eliteschule des Sports in Oberhof ist ein nachahmenswertes Modell für nachhaltiges und effizientes Bauen.

Der Grundstein hierfür wurde mit der Nutzung der vorhandenen Bausubstanz und der bedarfsgerechten Sanierung bzw. dem Umbau gelegt.

Zukunftsorientierte Lösungen und der Einbau moderner Technik haben die Energieeffizienz der Gebäude deutlich verbessert.

Nachwachsende Rohstoffe decken heute fast vollständig den verbliebenen Wärmebedarf. Die alte klimaschädliche und ineffiziente Nachtspeicherheizung wurde durch eine hochmoderne Holzhackschnitzelheizung ersetzt. Das Sportgymnasium spart dadurch jedes Jahr erhebliche Energiekosten. Gleichzeitig reduzieren sich die Emissionen des klimaschädlichen CO₂ um jährlich 1.600 Tonnen, was unserer Umwelt zugute kommt.

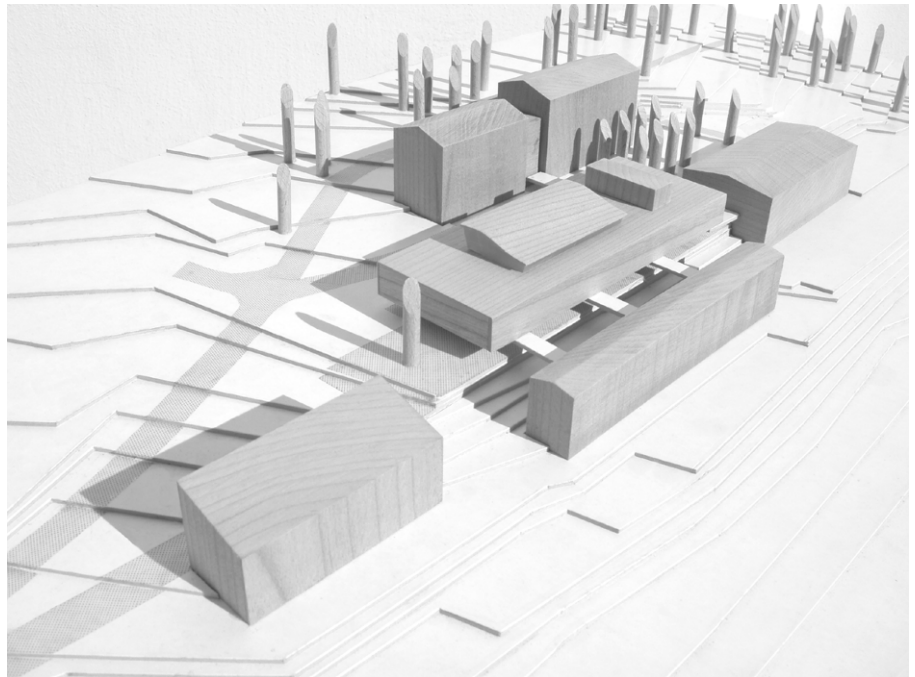
Die in die Fassade des neuen „Heizhauses“ integrierte Solaranlage nutzt die Sonnenenergie und stellt Wärme für Heizung und Warmwasser bereit. Weitere, in der vorliegenden Projektdokumentation beschriebene Einzelmaßnahmen tragen mehr oder weniger „versteckt“ dazu bei, Ressourcen und Umwelt zu schonen.

Das Sportgymnasium in Oberhof kann also in vielerlei Hinsicht ruhig „Schule“ machen.

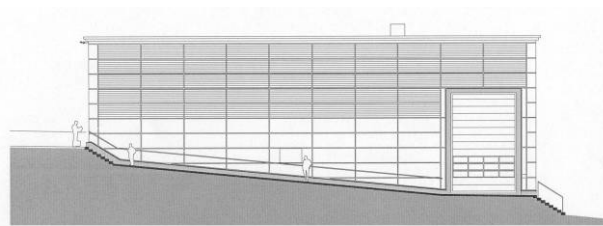
Gerold Wucherpfennig
Minister für Bau, Landesentwicklung und Medien

Projektübersicht

Die Planungskonzeption für die Umbau- und Sanierungsmaßnahme „Sportgymnasium Oberhof“ basiert auf dem Wettbewerbsentwurf des Architekturbüros Schirmbeck & Weber, Weimar, aus dem Jahre 1999. Projektleitung hatte die heutige Außenstelle Suhl des Thüringer Landesamtes für Bau und Verkehr (TLBV). In Umsetzung der Entwurfsidee wurde das bestehende Sozialgebäude in Teilbereichen zurückgebaut. Dadurch entstand ein klarer geometrischer Zentralbau. Dieser im Zentrum der Anlage gelegene Komplex übernimmt heute eine zentrale Verteilerfunktion und beinhaltet als sozialen Treffpunkt neben dem Eingangsbereich die Aula, die Bibliothek und den Verwaltungstrakt. Er ist als lichtdurchfluteter, großzügiger und offener Gebäudebereich konzipiert. Die bestehenden "Satelliten" Internat, Sporthalle und Schulgebäude bleiben als klare geometrische Baukörper erhalten und sind über Verbindungsbauten an den Zentralbau „angedockt“. Die Ausführung erfolgte als erster Bauabschnitt. In einem zweiten Bauabschnitt soll ein neues Internatsgebäude errichtet werden. Das Sportgymnasium Oberhof verfügt seit Fertigstellung des ersten Bauabschnittes im Jahr 2007 über eine innovative Haustechnik, die beispielgebend für Nachhaltiges Bauen aus energetischer Sicht ist.



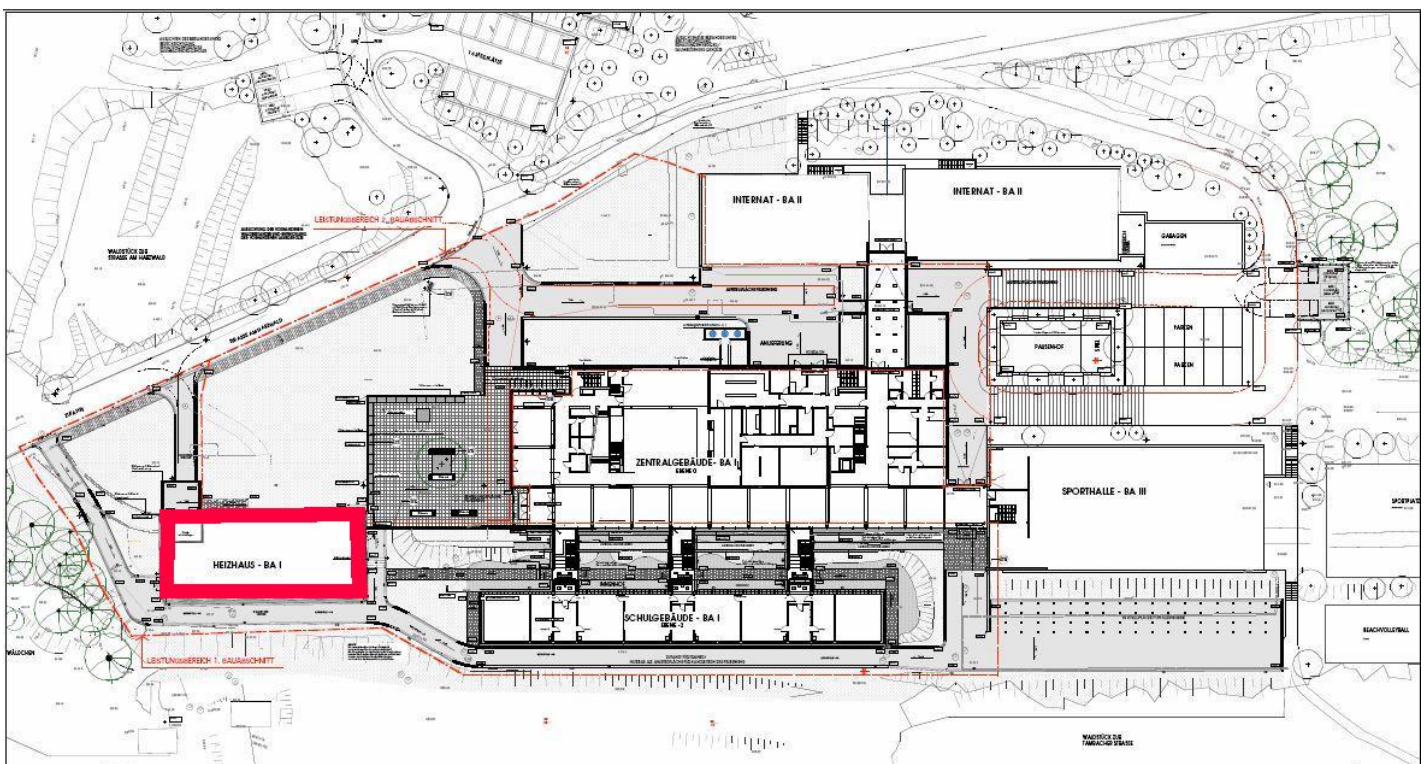
Modell



Ansicht Süd



Ansicht Ost





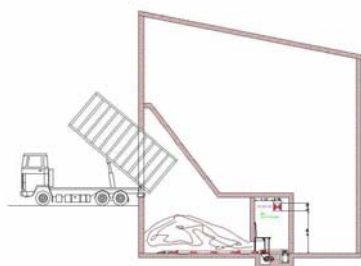
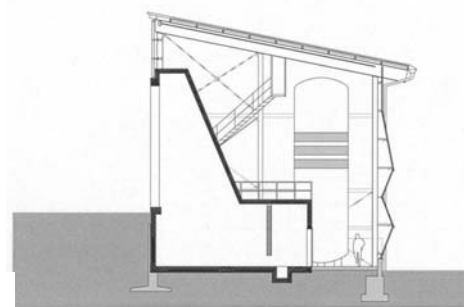
Blick auf die Südseite

Das in seiner Struktur erhaltene umgebaute Heizhaus nimmt jetzt die komplette Technikzentrale des Sportgymnasiums auf. Neben der gesamten Wärmeversorgung erfolgt von hier aus auch die komplette elektrotechnische Erschließung.

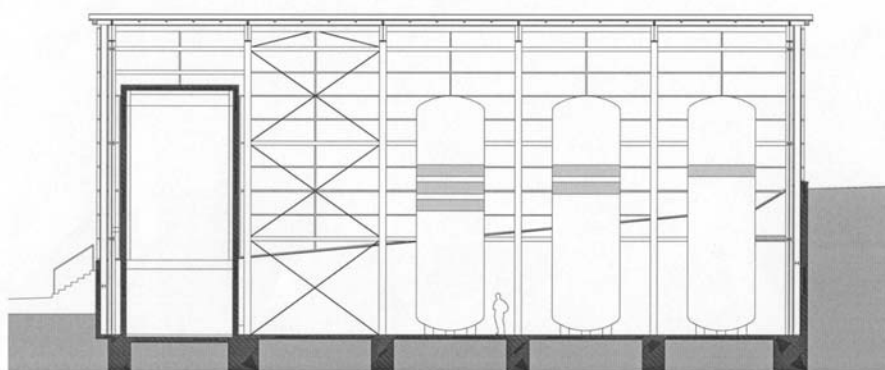
Die transparente Fassade des Heizhauses auf der Südseite ermöglicht eine visuelle Übersicht über die Anlagentechnik des Sportgymnasiums mit Holz hackschnitzel- und Gaskessel, dem 100 m³ großen Hackschnitzelbunker, drei freistehenden, jeweils 50 m³ Wasser fassenden Speicherbehältern sowie eingebauter Transformatorstation mit Hauptschaltanlage und Niederspannungshauptverteilung.

Zudem ist in der Fassadenmitte eine Schautafel integriert, auf der die wesentlichen Messwerte der solarthermischen Anlage und der Heizkreise angezeigt werden. Die Nutzung der Sonnenenergie und die bestehenden Einsparpotenziale werden den Schülern und weiteren Interessierten anschaulich vor Augen geführt.

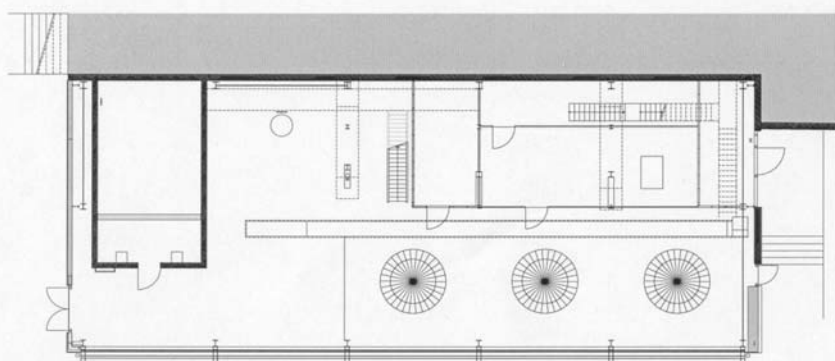
Da die bauliche Hülle des Heizhauses als einfach verglaster Stahlskelettbau keinen nennenswerten Wärmeschutz realisiert, wurden alle Anlagen wie Außenanlagen konzipiert. Ausgenommen sind dabei die Druckhaltung des Heizungssystems und der Mittelspannungsteil der Transformatorenstation, die in gesonderten Einhausungen innerhalb des Gebäudes montiert wurden.

Schema
Befüllung Hackschnitzelbunker

Querschnitt



Längsschnitt



Grundriss Ebene 1

Energiekonzept

Die haustechnische Planung erfolgte auf einem ganzheitlichen Energiekonzept, das in einer frühen Planungsphase aufgestellt und mit allen Beteiligten abgestimmt wurde.

Die Wärmeversorgung der Liegenschaft mit einem Wärmebedarf von insgesamt ca. 700 kW wird in Kombination aus einem Holzhackschnitzel-Kessel, einem Erdgaskessel und einer Solaranlage sichergestellt. Biomasse und Sonnenenergie ersetzen damit im Sportgymnasium Oberhof fast vollständig die

fossilen Energieträger.

In die technische Lösung wurde das bestehende 14 Meter hohe Heizhaus in seiner Grundstruktur mit einbezogen. Dabei konnten drei von ehemals sechs 50 m³ Warmwasserspeichern – die vor der Sanierung der Elektronachtspeicherheizung dienten – weiterverwendet werden. Insofern steht heute insgesamt noch ein Gesamtspeichervolumen von 150 m³ zur Verfügung, wobei 50 m³ als Reservevolumen dienen.

In die Südfassade des Heizhauses wurden Solarkollektoren mit einer Kollektfläche von 130 m² bei vertikaler Ausrichtung integriert.

Diese solarthermische Anlage wurde durch das Bundesumweltministerium im Rahmen des Programms „Solarthermie 2000“ mit einer Förderquote von 75 % gefördert. Die Technische

Universität Ilmenau führt die Erfolgskontrolle / das Monitoring durch und begleitet als zuständige Hochschuleinrichtung fachlich und messtechnisch das Programm „Solarthermie 2000“ und das Nachfolgeprogramm „Solarthermie 2000 plus“.

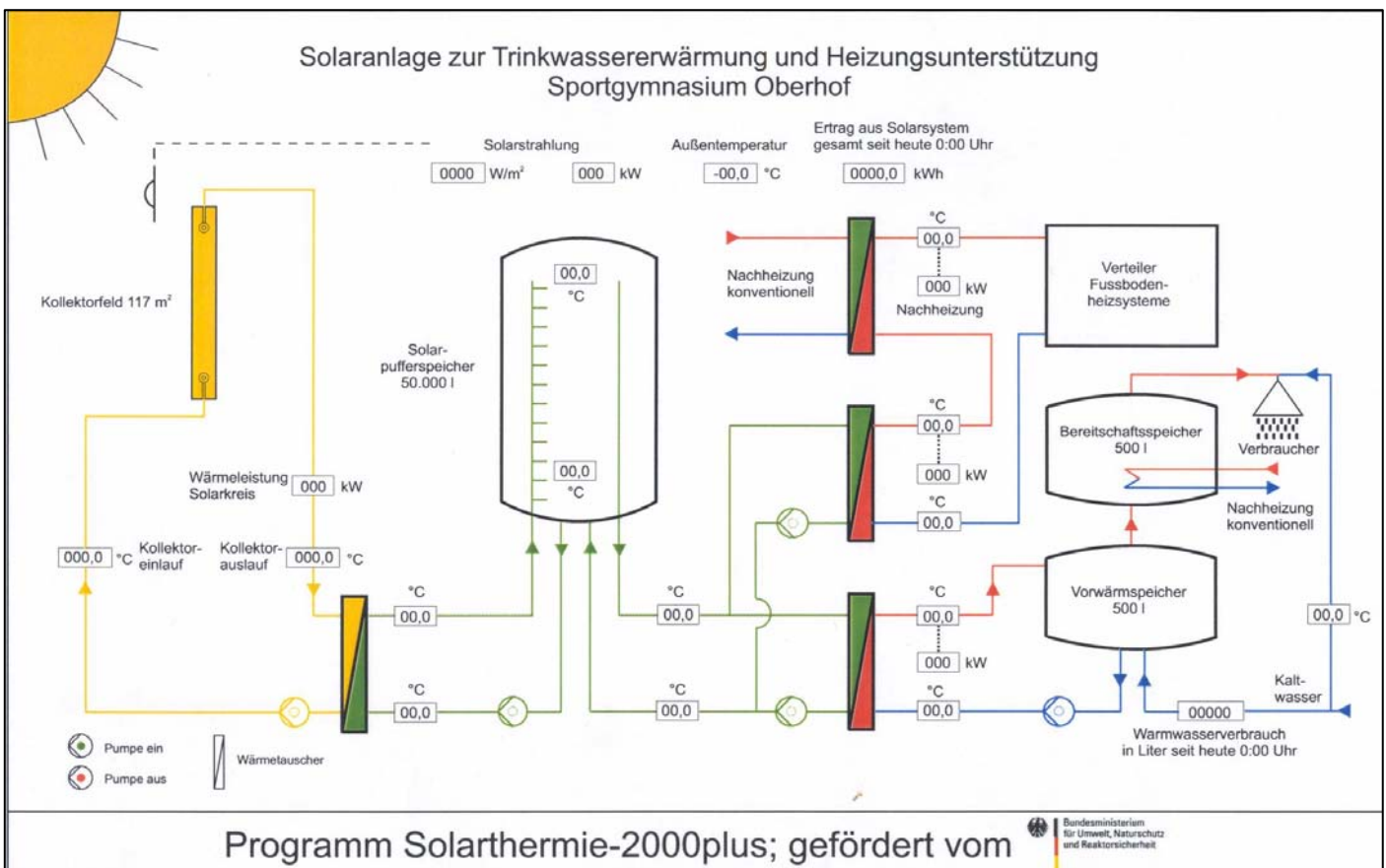
Auf der Grundlage erster Messwerte und einer Bewertung der Einstrahlungsbedingungen in Oberhof wird mit einem Wärmeaufkommen von ca. 40 MWh/a gerechnet. Zur Gewinnung genauer Daten und ständiger Optimierung des Systems erfolgen permanente Messungen und Auswertungen.

Die Fassadenkollektoren eines Thüringer Herstellers speisen einen der drei 50 m³ großen Pufferspeicher, welcher mit einer Schichtladeeinrichtung ausgerüstet ist. Bei Bedarf kann der dem Holzhackschnitzelkessel zugeordnete Pufferspeicher in den Sommermonaten zusätzlich zur Speicherung des solaren Ertrages verwendet werden und das Speichervolumen verdoppeln.

Die Sonnenenergie wird für die solarthermische Unterstützung der Fußbodenheizung und die Trinkwarmwasservorwärmung im Zentral- u. Internatsgebäude einschließlich Küche genutzt.



Fassadenausschnitte - Solarkollektoren



Heizung, Lüftung

Nach Fertigstellung des geplanten zweiten Bauabschnittes wird der Wärmebedarf der Liegenschaft insgesamt ca. 2500 MWh/a betragen. Dabei soll der Holzhackschnitzel-Kessel mindestens 75 % der jährlichen Wärmearbeit übernehmen. Die solarthermische Anlage und der Erdgas-Kessel sollen die verbleibende Wärme bereitstellen. Die mit 670 kW ermittelte Heizleistung wird anlagentechnisch wie folgt bereitgestellt:

- ein Hackschnitzel-Kessel mit einer Nennwärmeleistung von 410 kW und
- ein Erdgas-Kessel mit 290 kW Nennwärmeleistung.

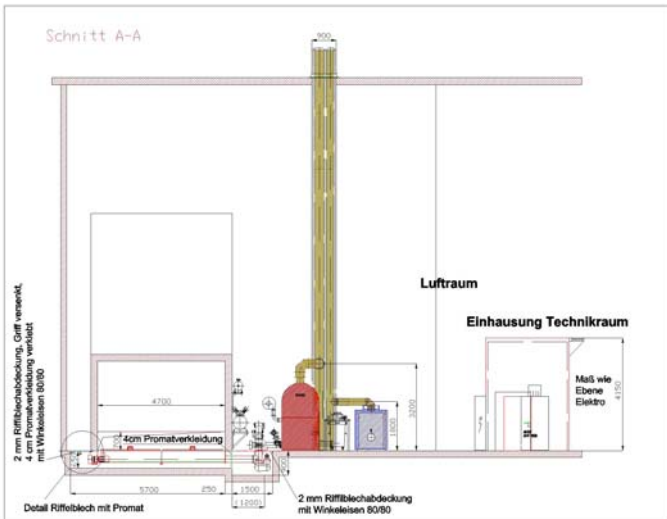
Um eine möglichst hohe Ausnutzung der Solarwärme zu erreichen, wurde ein Niedertemperaturheizkreis installiert, der primär von dem Solarspeicher versorgt wird. Die Solarwärme kann damit so weit wie möglich dem Heizsystem zugeführt werden.

Über den Niedertemperaturheizkreis werden die Warmwasserversorgungsanlagen im Jungeninternat und Schulkomplex über jeweils einen der Speicher-Lade-Schaltung vorgeschalteten Wärmetauscher versorgt. Für den Fall, dass keine ausreichende Erwärmung über die Vorwärmstufe erfolgen kann, wird über

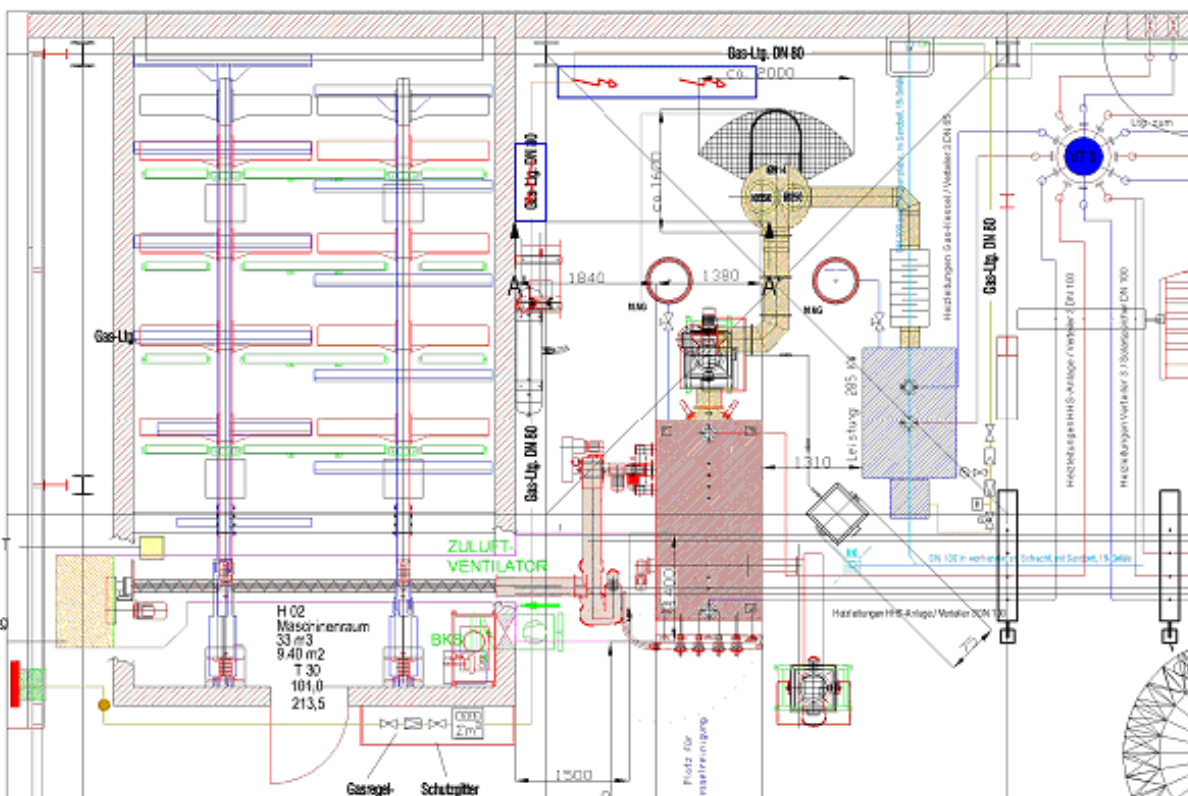
die Speicher-Lade-Schaltung die Aufheizung auf die vorgeschriebene Warmwassertemperatur sichergestellt.

Weiterhin wird über diesen Heizkreis die Fußbodenheizung im Schulkomplex mit einem Leistungsbedarf von 120 kW versorgt. Wie bei der Warmwasserbereitung sorgt auch bei der Fußbodenheizung ein zweiter Wärmetauscher für die ausreichende Wärmeversorgung, sofern die erforderliche Wärmemenge nicht über den Niedertemperaturheizkreis zur Verfügung gestellt werden kann.

Der der Holzhackschnitzel-Kesselanlage zugeordnete 50 m³ Pufferspeicher ist so



Holz hackschnitzel-
Kessel



Schema:
„Energiezentrale“

in das System integriert, dass dieser bei sinkender Wärmeabnahme der Gebäude geladen wird. Die Wärme steht dann im Anfahrbetrieb als Leistungsreserve zur Verfügung. Der bis ca. 90 °C „aufladbare“ Speicher dient damit der Spitzenlastdeckung und der Laufzeitverlängerung des Holzhackschnitzel-Kessels. Alle Wärmeabnehmer im Objekt sind grundsätzlich auf eine maximale Vorlauftemperatur von 70 °C ausgelegt bzw. wurden entsprechend umgerüstet, so dass von einer Übertemperatur von mindestens 20 K bei Wärmeentnahme aus dem Pufferspeicher ausgegangen werden kann.



Bedienfeld Holzhackschnitzelkessel



Kontrollgang / Wartungsbühne



Heizkreisverteilung, Aufgang



Pufferspeicheranlage Warmwasser



Hackschnitzelbunker, Innenansicht



Holzhackschnitzel

Luftechnische Anlagen

Im Zentralgebäude sind für Aula und Küche zwei Lüftungsanlagen eingebaut, die mit Wärmerückgewinnungsanlagen als Platten-, Kreuzstrom- oder Rotationswärmetauscher ausgebildet sind. Der Wärmerückgewinnungsgrad beträgt bei allen Anlagen zwischen 70 und 90 %. Die Lüftungsanlage in Ebene -1, die permanent betrieben wird und Schul-, Werk- und Technikräume sowie die Toilettenanlage versorgt, hat eine Rückwärmezahl > 90 % und kommt ohne Heizregister aus. Die Küchenlüftung ist mit einem Kreislaufverbundsystem ausgestattet, in

das drei Geräte eingebunden sind. Durch die energieeffiziente Technik konnte die Kesselleistung um 130 kW reduziert werden. Auf ein Nachheizregister wurde verzichtet, weil das Wärmedefizit über einen Plattenwärmetauscher im Kreislaufverbund nachgespeist wird. Der Plattenwärmetauscher der Lüftungsanlage für die Aula hat eine Rückwärmezahl > 70 %. Durch die Wärmerückgewinnung der zwei Anlagen werden insgesamt ca. 230 kW Wärmeleistung eingespart. Durch die energieeffiziente Lösung verringert sich der jährliche CO₂-Ausstoß um ca. 180 t. Die Baukosten für den Wärmeerzeuger reduzierten sich um 70.000 Euro.

Elektroanlage

Die Mittelspannungs- und Niederspannungsschaltanlagen sind in zwei Ebenen im Heizhaus integriert. In der Ebene 0 befindet sich der Betriebsraum für die 20 kV-Mittelspannungsschaltanlage, der Trockentransformator 400 kVA und das Netzersatzaggregat mit 40 KVA zur Aufrechterhaltung der Wärmeerzeugung bei Netzausfall.

Unmittelbar darüber, in der Technikebene 1, wurde ein zentraler Bereich für Elektro- und Fernmeldetechnik mit folgenden Funktionen angeordnet:

- die Niederspannungshauptverteilung mit Kompensationsanlage zur Versorgung der Einzelgebäude und Außenanlagen,
- die Gebäudehauptverteiler Heizhaus mit Anbindung der technischen Anlagen,
- die Gebäudeautomation zum Messen/Steuern/Regeln der haustechnischen Anlagen,
- der Verteilerschrank Sicherheitsbeleuchtung,
- der Hauptverteiler für Daten- und Kommunikationstechnik und Gefahrenmeldeanlagen und
- der Schalt- und Regelschrank für die Solaranlage.

Die Niederspannungshauptverteilung speist die Hauptverteilungen der einzelnen Gebäude.

Der IT-Standortverteiler versorgt die Daten- und Kommunikationstechnik sowie die Brandmelde- und Sicherheitstechnik im Zentral- und Schulgebäude sowie im Internat und in der Sporthalle.



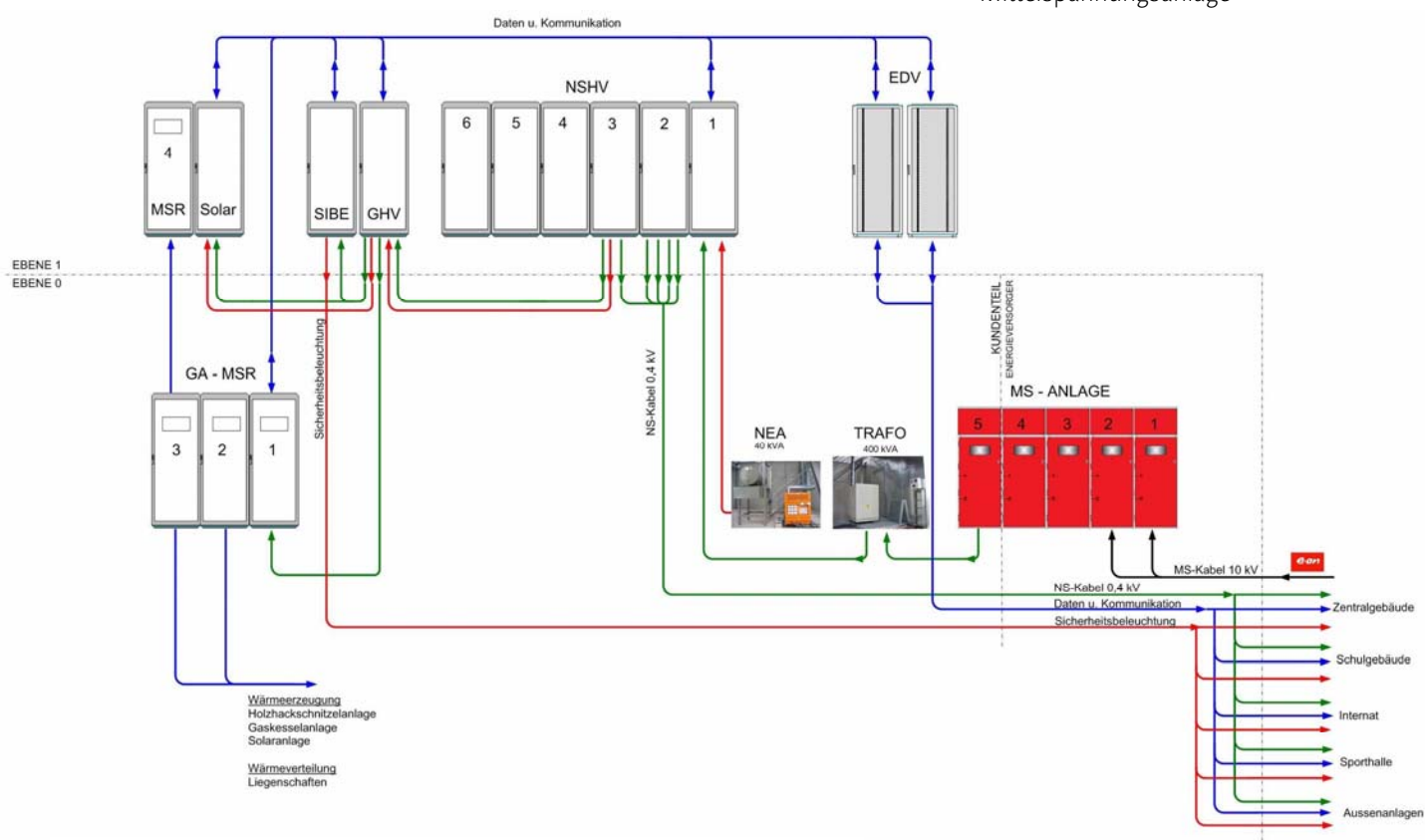
Transformator



Netzersatzanlage



Mittelspannungsanlage



Schema: Heizhaus – Medienversorgung und Kommunikation

Gebäudeautomation

Für die Gebäudeautomation bestanden bei der Projektierung folgende Zielstellungen:

- Einsatz herstelleroffener Automatisierungstechnik mit hoher Funktionalität,
- Kostensparsamkeit und hohe Flexibilität (Kombination von Komponenten unterschiedlicher Hersteller auch für die Zukunft) durch die Realisierung von Standardanwendungen,
- Nutzung der vernetzten technischen Einrichtungen der Gebäude für alle Gewerke und
- wirtschaftliche und optimierte Betriebsführung.

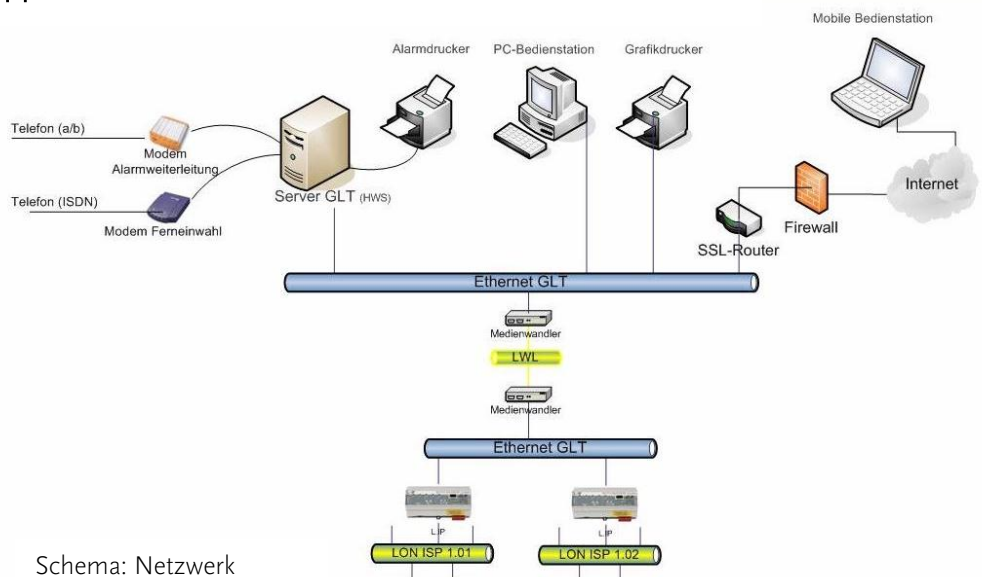
Diese Anforderungen werden durch ein gewerkeübergreifendes Bussystem, gemäß LONMark mit dem Protokoll LONTalk, kurz LON (Local Operating Network), erfüllt.

Folgende betriebstechnische Anlagen werden durch die Gebäudeautomation (GA) überwacht bzw. gesteuert:

- die Heizungsanlage einschließlich der Feuerungsanlage, bestehend aus Holz-Hackschnitzel-Kessel, Gas-Spitzenlastkessel und 50 m³ Speicher,
- die thermische Solaranlage kombiniert mit 50 m³ Solarspeicher für die Trinkwasservorwärmung im Internat und Zentralgebäude sowie die Niedertemperatur-Fußbodenheizung im Zentralgebäude,
- vier raumluftechnische Anlagen und deren Komponenten,
- 20 Einzelraumregler zur Temperaturregelung der Klassenräume im Schulgebäude,
- die Sanitäranlage,
- die Beleuchtungsanlage,
- die Stromversorgung einschließlich Netzersatzanlage und
- die Brandmeldeanlage.

Das GA-Netzwerk ist gegliedert in:

- die Feldebene, teilweise konventionell oder als LON-Bus,
- die Automatisierungsebene als LON-DDC mit sieben Informationsschwerpunkten für die Gewerke Heizung, Lüftung, Klima, Elektro und Sanitär sowie die Verbrauchsdatenerfassung,
- die LON/Ethernet-Router zur Kommunikation mit der Managementebene und



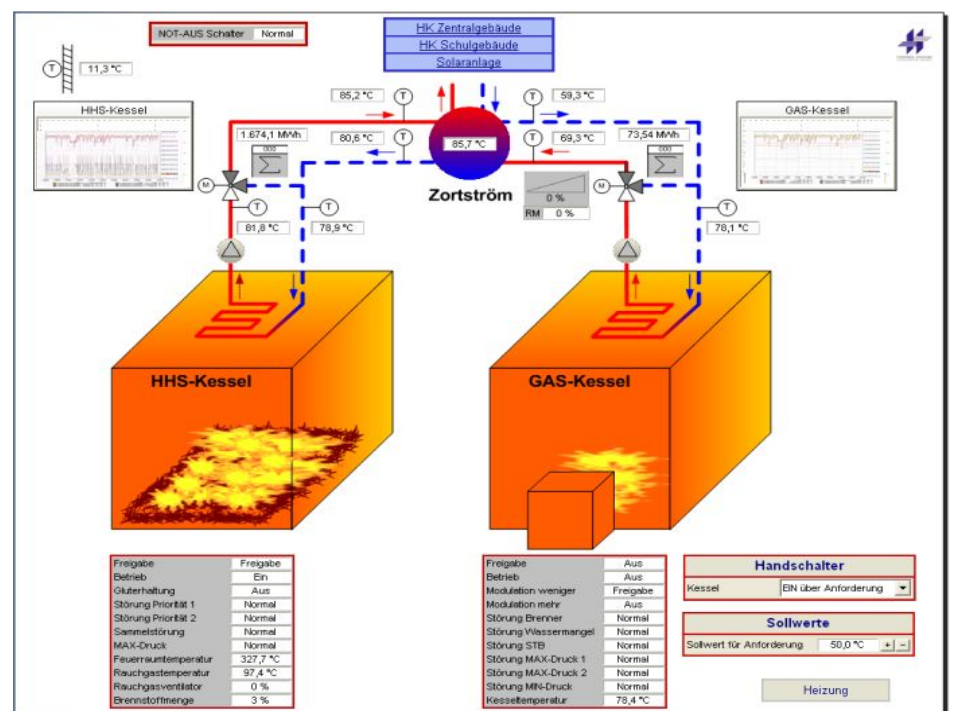
Schema: Netzwerk

- die Managementebene mit technischem Datenserver und Bedienstation.

Für die DDC-Automatisierungsstationen wurde ein leistungsfähiges Regelfabrikat eingesetzt. Die Einbindung von Signalen aus konventionellen Anlagen wie z. B. dem Holz-Hackschnitzelkessel erfolgt über potentialfreie Kontakte oder 0-10 V Stellsignale. Die Sensorik und Aktorik der Feldebene wurden abhängig von Verfügbarkeit und Wirtschaftlichkeit als LONfähige Komponenten ausgeführt. Das modular aufgebaute Managementsystem visualisiert ca. 900 Datenpunkte und 30 Anlagenbilder. Es erlaubt die einfache und komfortable Bedienung

der eingebundenen Anlagentechnik und stellt wichtige Informationen für den energieeffizienten Anlagenbetrieb bereit. Weitere Leistungsmerkmale des über eine HTML-basierende Visualisierungssoftware verfügenden Systems sind:

- dynamisches Prozessabbild mit relationalem Datenbanksystem (MS Access) und umfangreichen Auswertungsmöglichkeiten und Trendkurven,
- standardisierte, offene Datenbankchnittstelle (SQL),
- Bedienung aus dem GLT-Anlagenbild, auch über das Internet,
- Störungs- und Grenzwertüberwachung und
- Alarmweiterleitung mit Bereitschaftsplan, hier für SMS eingerichtet.



Schema: Wärmeerzeugungsanlage

Energieverbrauch

Die Gesamtbaumaßnahme wird in zwei Bauabschnitten realisiert. Die Teilobjekte im ersten Bauabschnitt wurden zeitversetzt fertiggestellt. Das Heizhaus, jetzt als zentrales Technikgebäude genutzt, wurde als erstes Gebäude Ende November 2005 in Betrieb genommen. Im August 2007 wurde das sanierte Schulgebäude und im Februar 2008 das teils sanierte, teils neugebaute Zentralgebäude an das Sportgymnasium Oberhof übergeben. Es ist geplant, den Internatsneubau 2011 im Rahmen des zweiten Bauabschnittes fertig zu stellen.

Dieser Bauablauf hatte und nimmt Einfluss auf den Betrieb und die Regelung der Anlagentechnik sowie den Jahresenergieverbrauch der Liegenschaft. Die nachfolgenden Verbrauchswerte sind entsprechend zu werten.

Wärmeverbrauch vor Sanierung:
(Mittelwert der Jahre 1997 – 1999)

2.166 MWh

Verbrauchswerte Wärme 2006

Jahresbrennstoffverbrauch an Holzhackschnitzeln:
Energieinhalt der Holzhackschnitzel:
Entnahme über Erdgasanschluss bezogen auf Hu:
Deckungsanteil der Holzhackschnitzel am Jahreswärmebedarf:

1.810 Schüttraummeter (srm)
1.629 MWh/a*
77 MWh/a
95 %

Verbrauchswerte Wärme 2007

Jahresbrennstoffverbrauch an Holzhackschnitzeln:
Energieinhalt der Holzhackschnitzel:
Entnahme über Erdgasanschluss bezogen auf Hu:
Deckungsanteil der Holzhackschnitzel am Jahreswärmebedarf:

1.970 srm
1.773 MWh/a*
82 MWh/a
95 %

CO₂-Einsparung 2007:
(Vergleichsbasis: Nachtspeicherheizung)

ca. 1.600 t/a

Verbrauchswerte Elektroenergie

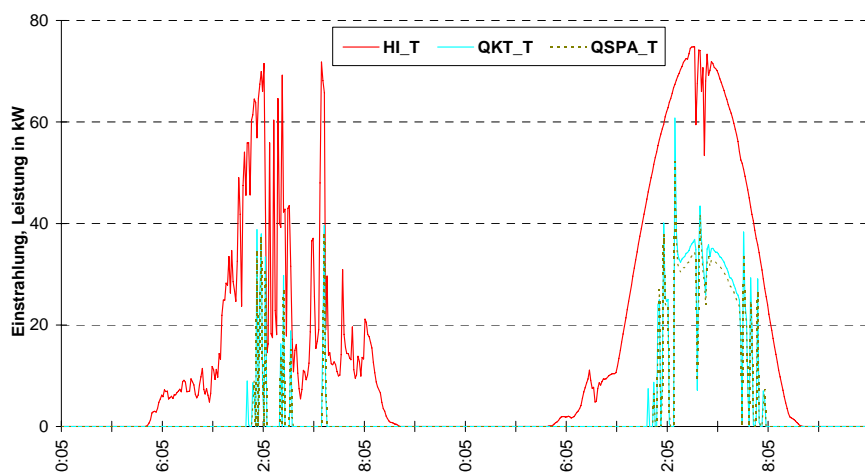
Jahreselektroenergieverbrauch 2006:
Jahreselektroenergieverbrauch 2007:

378 MWh
322 MWh

Solarthermische Anlage

Der Test- und Probetrieb der solarthermischen Anlage wird seit 2006 durchgeführt. Die Einbindung der Solaranlage in das Gesamtsystem wurde unter Berücksichtigung der Lastgänge und der Verbrauchsstruktur angepasst. Die hydraulische und regelungstechnische Optimierung erfolgt im laufenden Betrieb.

Der Probetrieb wird 2008 abgeschlossen. Das erste Messjahr wird voraussichtlich ab September 2008 beginnen. Erwartet wird ein Solarertrag von 40.000 kWh/a.



Darstellung der Einstrahlung in Kollektorebene HI_T, Leistung Kollektorkreis QKT_T, Leistung Speicherbeladung QSPA_T vom 05.08.2008 - 06.08.2008

* bei einem Energieinhalt bezogen auf den unteren Heizwert (Hu) von ca. 900 kWh/srm

